

課題番号	GR047
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成 25 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	微生物燃料電池による廃水からのリン除去および回収
研究機関・ 部局・職名	岐阜大学・ 流域圏科学研究センター・准教授
氏名	廣岡 佳弥子

1. 当該年度の研究目的

平成 25 年度は、24 年度に引き続き、項目 2)リン析出物の回収方法の検討、3)回収リンおよびカソード析出物の組成の解析、4)電極へのリン析出に影響する因子の解明を同時並行で行い、すべての実験を終了した。

2)では、カソードに析出したリン含有化合物を、一旦溶解させた後に再結晶させて回収する方法(方法 1)と固体のまま回収する方法(方法 2)の 2 種類を検討して、効率的な回収方法を明らかにすることを目的とした。3)では、検討 2)で回収したリンについて、重金属など肥料として使用する上で問題となる元素が含まれないかを確認することを目的とした。4)では、カソードへのリン析出に影響する因子のうち、Mg および NH₄ 濃度、外部抵抗の大きさ、有機物濃度についての検討は 24 年度に終了しているため、残りの因子である夾雑物質濃度の影響を明らかにすることを目的とした。

2. 研究の実施状況

2) リン析出物の回収方法の検討

カソードに析出したリン含有化合物を酸性溶液に溶解させ、その後溶液をアルカリ性にして再結晶させ、回収する方法(方法 1)において、pH や回収時間の影響に関する検討を行った。リン含有化合物の溶解時の pH(pH3~5 の間で検討)が低いほど、最大溶解量が増加した。しかし、再結晶時の回収率は溶解時の pH にほぼ関係なく、pH7 以上に調整することで 97%以上の回収率を得ることができた。これは過飽和のためだと考えられる。以上より溶解には pH5 程度、再結晶には pH7 程度が適切であると考えられる。また、この時の再結晶時間は 1 時間以内であった。さらに、析出リンを溶解せずに固体のまま回収する方法(方法 2)を検討し、カソードに析出したリンの 91%以上を回収することができた。

3) 回収リンの組成の解析

24 年度の結果より、カソード上のリン析出物中の重金属含有率は肥料として利用可能な許容範囲内に収まると考えられた。本年度の検討 2)の方法 1、2 のいずれにおいてもリンの回収率が 91%以上であったため、回収行程による重金属の濃縮は最大でも 1.1 倍程度となり、回収リン中の重金属含有率に問題はないことがわかった。

4) リンの析出率に影響する要因の検討

カソードへのリン析出に影響する要因として「夾雑物質濃度」「廃水の流量」に関しての検討を行った。夾

様式19 別紙1

雑物質としてキレート剤を用いて実験を行った結果、キレート剤はリン析出を阻害し、濃度が高くなるとリン析出量が減少することがわかった。また、廃水流量はリン析出量及びリンの析出の様子(析出の範囲や結晶の大きさ)に影響を与えることがわかった。

さらに、これまでの影響要因の検討の結果を考慮して更なる条件検討を行い、廃水からのリン析出率を最大 91%まで向上させ、処理水中のリン濃度を最低で 0.67mM まで低減させることができた。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 7 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 3 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kayako Hirooka*, Osamu Ichihashi*, Phosphorus recovery from artificial wastewater by microbial fuel cell and its effect on power generation, <i>Bioresource Technology</i>, 2013, 137, 368-375, (*co-first authors). ISSN: 0960-8524. 2. Osamu Ichihashi*, Kayako Hirooka*, Deterioration in the cathode performance during operation of the microbial fuel cells and the restoration of the performance by the immersion treatment, <i>Journal of Microbial & Biochemical Technology</i>, 2013, S6, (*co-first authors). ISSN: 1948-5948 ISSN: 1948-5948 http://omicsonline.org/deterioration-in-the-cathode-performance-during-operation-of-the-microbial-fuel-cells-and-the-restoration-of-the-performance-by-the-immersion-treatment-1948-5948.S6-006.pdf 3. 市橋 修, 廣岡 佳弥子, 黄 魁, カソードの酸素還元能力が微生物燃料電池の発電および微生物群集に与える影響, <i>土木学会論文集 G(環境)</i>, 69(7),249-255, (2013) <p>(掲載済み一査読無し) 計 3 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 廣岡 佳弥子, 市橋 修, 微生物燃料電池による廃水処理(「生物処理」と「電気化学」の融合), <i>配管技術</i>, 2013, 55(6), 7-12. 2. 市橋 修, 廣岡 佳弥子, 微生物燃料電池による廃水からのリン除去および回収, <i>化学工業</i>, 2013, 2013 年 12 月号, 15-22. 3. 市橋 修, 廣岡 佳弥子, 微生物燃料電池(電気化学を利用した新たな廃水処理技術), <i>環境浄化技術</i>, 2013, 12(6), 70-78. <p>(未掲載) 計 1 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 廣岡 佳弥子, 市橋 修, 本山 亜友里, 微生物燃料電池による廃水からのリン回収に廃水中有機物濃度および外部抵抗が与える影響, <i>水環境学会誌</i>, 印刷中
<p>会議発表 計 15 件</p>	<p>専門家向け 計 13 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Osamu Ichihashi, Kayako Hirooka, Phosphorus recovery from wastewater by microbial fuel cell; Effects of Mg, NH₄, and substrate concentration, Cairns (Australia), 1-4 September 2013, International Society for Microbial Electrochemistry and Technologies. 2. Kayako Hirooka, Osamu Ichihashi, Effects of cathode performance on electricity generation and microbial community structure in microbial fuel cell, Cairns (Australia), 1-4 September 2013, International Society for Microbial Electrochemistry and Technologies. 3. Ayuri Motoyama, Kayako Hirooka, Osamu Ichihashi, Fusheng Li, Effect of external resistance on removal and recovery of phosphorus from artificial wastewater by microbial fuel cell, Cairns (Australia), 1-4 September 2013, International Society for Microbial Electrochemistry and Technologies. 4. 市橋 修, 廣岡 佳弥子, 微生物燃料電池を用いた廃水からのリン回収, 東京都, 2013 年 9 月 27 日~28 日, 公益社団法人電気化学会. 5. 市橋 修, 廣岡 佳弥子, 微生物燃料電池による廃水からの電気エネルギーと栄養塩の同時回収, 岐阜市, 2013 年 9 月 13 日~14 日, 環境技術学会. 6. 廣岡 佳弥子, 市橋 修, 微生物燃料電池カソードの非白金化が発電および微生物群集に与える影響, 岐阜市, 2013 年 9 月 13 日~14 日, 環境技術学会. 7. Ayuri Motoyama, Osamu Ichihashi, Kayako Hirooka, Fusheng Li, Effect of external resistance on recovery of phosphorus from wastewater by microbial fuel cell, Gifu-city, 16-20 October 2013, Organizing Committee

様式19 別紙1

	<p>for EPAM2013 (Environmental and Public Health Issues in the Asian Mega-Cities).</p> <p>8. 市橋 修, 廣岡 佳弥子, 黄 魁, カソードの酸素還元能力が微生物燃料電池の発電および微生物群集に与える影響, 札幌市, 2013年11月19日~21日, 土木学会環境工学委員会.</p> <p>9. 本山 亜友里, 市橋 修, 廣岡 佳弥子, 李 富生, 微生物燃料電池による廃水からのリン回収量に影響を及ぼす諸因子の解明, 岐阜市, 2014年3月7日, 土木学会中部支部.</p> <p>10. 松浦 健成, 竹口 竜弥, 有川 英一, 廣岡 佳弥子, 市橋 修, 李 富生, 微生物燃料電池のカソードにおける白金触媒にかわるジルコニウム系触媒の開発, 岐阜市, 2014年3月7日, 土木学会中部支部.</p> <p>11. 松浦 健成, 竹口 竜弥, 有川 英一, 廣岡 佳弥子, 市橋 修, 李 富生, 微生物燃料電池のカソードにおけるジルコニウム系非白金触媒の開発, 仙台市, 2014年3月17日~19日, 水環境学会.</p> <p>12. 本山 亜友里, 市橋 修, 廣岡 佳弥子, 李 富生, 微生物燃料電池による廃水からのリン回収に影響する因子の解明, 仙台市, 2014年3月17日~19日, 水環境学会.</p> <p>13. 廣岡 佳弥子, 松浦 健成, 市橋 修, 微生物燃料電池の馴致期間におけるアノード電位が電子生産微生物の活性に与える影響, 仙台市, 2014年3月17日~19日, 水環境学会.</p> <p>一般向け 計2件</p> <p>1. 廣岡佳弥子, 微生物燃料電池を用いた廃水からのエネルギー回収型リン回収システム, 東京都, 2013年8月29~30日, JST および NEDO.</p> <p>2. 廣岡佳弥子, 微生物燃料電池の廃水処理分野における可能性, 金沢市, 2014年3月4日, 金沢大学 理工研究域 サステナブルエネルギー研究センター.</p>
図書 計1件	<p>1. 排水汚水処理技術集成 vol.2, エヌ・ティー・エス, 2013, 総ページ数: 436 ページ, ISBN: 978-4-86469-081-2. (担当箇所: 廣岡 佳弥子, 市橋 修, 微生物燃料電池を用いた廃水からのリンとエネルギーの同時回収, pp103-112.)</p>
産業財産権 出願・取得状況 計0件	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計0件</p>
Webページ (URL)	<p>http://www.green.gifu-u.ac.jp/~khirooka/ http://www.green.gifu-u.ac.jp/~ichihashi/ http://pub.jim.gifu-u.ac.jp/wwwgifu/02/other/hirooka-j.pdf</p>
国民との科学・技術対話の実施状況	
新聞・一般雑誌等掲載 計0件	
その他	<p>・愛知教育大学附属岡崎中学校での理科の授業での微生物燃料電池の紹介に協力(2013年10月)</p>

4. その他特記事項

NHK 岐阜放送局から、本研究についての取材を受けた(2013年7月~2014年3月)。取材の結果、NHK 総合テレビ「おはよう東海」で、本研究が紹介されることが決まった(収録:2014年3月~4月、放送予定日:2014年4月14日)

実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されず

1. 助成金の受領状況(累計) (単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	32,000,000	22,710,000	9,290,000	0	
間接経費	9,600,000	6,813,000	2,787,000	0	
合計	41,600,000	29,523,000	12,077,000	0	0

2. 当該年度の収支状況 (単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	2,000,000	9,290,000	0	11,290,000	11,290,000	0	0
間接経費	600,001	2,787,000	0	3,387,001	3,387,001	0	0
合計	2,600,001	12,077,000	0	14,677,001	14,677,001	0	0

3. 当該年度の執行額内訳 (単位:円)

	金額	備考
物品費	3,926,565	マスターフレックス送液ポンプ, NE-300Uシリンジポンプ100VAC仕様 等
旅費	693,580	研究成果発表旅費(北九州国際会議場 等)等
謝金・人件費等	6,312,019	研究員人件費, 短期雇用者賃金 等
その他	357,836	査読付き科学論文(微生物燃料電池)英訳文 等
直接経費計	11,290,000	
間接経費計	3,387,001	
合計	14,677,001	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
				0		
				0		
				0		